

هم‌زیستی هوشمند: تلاقی جهان فیزیکی و دیجیتال با بلاکچین و اینترنت اشیا

پریسا دلفانی<sup>۱</sup>، فاطمه زهرا رشیدائی<sup>۲</sup>، نگار عبدمعبودی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup>عضو هیئت علمی و مدرس دانشکده ملی مهارت دختران تهران ولیعصر [parisa.delfani.16768@gmail.com](mailto:parisa.delfani.16768@gmail.com)

<sup>۲</sup>دانشجو مهندسی حرفه ای نرم افزار، دانشکده ملی مهارت دختران تهران ولیعصر، [fatemehzahrarashidaei@yahoo.com](mailto:fatemehzahrarashidaei@yahoo.com)

<sup>۳</sup>دانشجو مهندسی حرفه ای نرم افزار، دانشکده ملی مهارت دختران تهران ولیعصر، [negar.mabudi025@gmail.com](mailto:negar.mabudi025@gmail.com)

## چکیده

این مقاله به بررسی فناوری های اینترنت اشیا، بلاکچین، قراردادهای هوشمند و تلفیق این سه فناوری می پردازد. بلاکچین راه حلی نوین برای رفع چالش های امنیتی در اینترنت اشیا مطرح میشود و به دلیل ماهیت غیرمتمرکز و تغییر ناپذیر خود موجب بهبود امنیت و یکپارچگی در سیستم های اینترنت اشیا می گردد. همچنین قراردادهای هوشمند در فناوری بلاک چین به عنوان یک برنامه خودکار باعث تسهیل در فرایندهای پیچیده و زمان بر در این سیستم می باشد. در این مقاله به تعریف این سه فناوری و تلفیق آنها پرداخته و ضمن بررسی کاربردهای کلیدی آنها، چالش هایی که در آینده با آنها روبرو خواهیم بود نیز مورد بررسی قرار می گیرد. این مقاله با هدف بررسی و تلفیق این سه فناوری برای بهبود کارایی سیستم های اینترنت اشیا انجام شده است و با تحقیق و مطالعه مقالات و منابع مختلف صورت گرفته است.

**کلمات کلیدی:** اینترنت اشیا (IoT)، بلاکچین، قراردادهای هوشمند، امنیت، حریم خصوصی، غیرمتمرکز، شفافیت، اجاره

خودرو هوشمند

### مقدمه

امروزه پیشرفت و گسترش فناوری های جدید و نوآورانه، باعث تغییر در نحوه زندگی و کار ما شده است. یکی از این فناوری ها "اینترنت اشیاء" می باشد. اینترنت اشیاء به شبکه متشکل از دستگاه ها گفته می شود که قادر به تبادل اطلاعات و داده ها به یکدیگر هستند. این فناوری باعث ایجاد زمینه های مختلف همچون خانه های هوشمند، شهرهای هوشمند و ... شده است. البته ناگفته نماند علاوه بر مزایا و ویژگی های بی نظیر این فناوری با چالش های چون تامین امنیت و حفظ حریم خصوصی روبرو می باشد. در این راستا فناوری بلاکچین به عنوان یک راه حل برای رفع این چالش ها مطرح می شود.

بلاکچین به دلیل ماهیت غیرمتمرکز و تغییرناپذیر خود، باعث بهبود امنیت و یکپارچگی داده در سیستم های اینترنت اشیاء می شود. قراردادهای هوشمند یکی از جنبه های بلاکچین هستند که به صورت برنامه های خودکار عمل میکنند و فرایندهای پیچیده به صورت خودکار انجام میدهد، همچنین با حذف واسطه ها، شفافیت و امنیت را تضمین میکنند. در این مقاله به بررسی فناوری های اینترنت اشیاء، بلاکچین و قراردادهای هوشمند می پردازیم. همچنین توضیح خواهیم داد تلفیق این سه فناوری منجر به چه ویژگی ها و کاربردهایی خواهد شد و با چه چالش هایی روبرو خواهد بود.

### بخش اول : اینترنت اشیاء

#### أ. تعریف مفهوم اینترنت اشیاء

اینترنت اشیاء یا **IoT** در حال تأثیرگذاری بر سبک زندگی جامعه است. از روش عملکرد و رفتار افراد در سیستم تهویه هوا که می توان آنها را با تلفن هوشمند کنترل کرد، تا ماشین های هوشمندی که می توانند کوتاه ترین مسیر ممکن را فراهم کنند، یا ساعت هوشمندی که فعالیت های روزمره را دنبال می کند.

اینترنت اشیاء یک شبکه عظیم از دستگاه های متصل به یکدیگر است. این دستگاه ها داده ها جمع آوری می کنند و در شبکه به اشتراک می گذارند. جمع آوری داده های محیطی با استفاده از سنسور های تعبیه شده در دستگاه های فیزیکی از جمله موبایل، لوازم خانگی الکترونیکی، چراغ های راهنمایی و رانندگی و تقریباً همه چیزهایی که در زندگی روزمره با آن ها در تماس هستید، انجام می شود. این سنسورها به طور مداوم داده های لازم در مورد وضعیت کار دستگاه ها را ارائه می دهند.

اینترنت اشیاء یک پلتفرم مشترک برای همه دستگاه‌ها فراهم می‌کند تا داده‌هایشان را با یک زبان مشترک به اشتراک بگذارند و با یکدیگر ارتباط برقرار کنند. داده‌ها از سنسورهای مختلف جمع‌آوری می‌شوند و به پلتفرم‌های امنیتی اینترنت اشیاء فرستاده می‌شوند. پلتفرم اینترنت اشیاء داده‌های جمع‌آوری شده از منابع مختلف را ادغام می‌کند، آنالیزهای بیشتری بر روی داده‌ها انجام می‌دهد و اطلاعات ارزشمند را بر اساس نیاز استخراج می‌کند. در نهایت، نتایج با سایر دستگاه‌ها برای تجربه کار بهتر به اشتراک گذاشته می‌شوند و اتوماسیون و بهبود کارایی‌ها را فراهم می‌کنند. اینترنت اشیاء نحوه زندگی ما را از نو تعریف می‌کند و نحوه تعامل ما با فناوری را تغییر می‌دهد.

#### ب. کاربرد اینترنت اشیاء

شهرهای هوشمند، خانه‌های هوشمند، صنعت و تولید، حمل و نقل و لجستیک، بهداشت و درمان و کشاورزی هوشمند از کاربرد های اساسی اینترنت اشیاء هستند.

#### ت. چالش های اینترنت اشیاء

اینترنت اشیاء با چالش های متعددی به ویژه در حوزه های امنیت، حریم خصوصی و قابلیت همکاری رو به رو میباشد. با پیشرفت روز افزون دستگاه های اینترنت اشیاء و فراگیر شدن آن مسائلی مانند تنوع دستگاه ها، پروتکل های امنیتی محدود و آسیب پذیری در انتقال داده ها به طور چشمگیری برجسته میشوند. حل این چالش ها نیازمند راه حل های نوین و نوآورانه ای است که از فناوری ها و چارچوب های پیشرفته استفاده میکند. در ادامه به بررسی چالش های کلیدی اینترنت اشیاء می پردازیم:

۱. آسیب پذیری های امنیتی: اغلب دستگاه های اینترنت اشیاء فاقد تدابیر امنیتی قوی هستند به همین دلیل آنها در معرض خطر حملات سایبری و دسترسی غیرمجاز میباشند. [۱]
۲. مسائل مربوط به قابلیت همکاری: به دلیل تنوع زیاد دستگاه ها و پروتکل های ارتباطی، یکپارچه سازی و تبادل داده ها با پیچیدگی فراوان روبه رو میباشد. [۲]
۳. محدودیت های منابع: تعداد قابل توجهی از دستگاه های اینترنت اشیاء با قدرت پردازش و انرژی محدود کار میکنند؛ از این رو مانع اجرای راه حل های امنیتی پیچیده میشوند. [۳]

#### ث. راه حل های پیشنهادی:

۱. فناوری بلاکچین: با وجود دفتر کل غیرمتمرکز و تغییرناپذیر در فناوری بلاکچین، یکپارچگی و اعتماد داده ها تامین میشود. در واقع بلاکچین به نگرانی های امنیتی و حفظ حریم خصوصی میپردازد. [۴]

۲. امنیت مبتنی بر هوش مصنوعی: با استفاده از الگوریتم های یادگیری ماشین که میتوانند ناهنجاری ها را در زمان واقعی تشخیص دهند، میتوان بخش شناسایی و پاسخ تهدید را بهبود بخشید.
۳. Zero Trust Architectures: این رویکرد تضمین می کند که هر دستگاه و کاربر به طور مداوم تأیید می شود و خطر دسترسی غیرمجاز را کاهش می دهد. [۵]

در این مقاله به بررسی فناوری بلاکچین برای رفع نگرانی های امنیتی در اینترنت اشیاء می پردازیم. در واقع، با استفاده از الگوریتم های ارتباطی بلاکچین، قادر خواهیم بود امنیت را در اینترنت اشیاء به طور چشمگیری بالا ببریم. بلاکچین تضمین میکند که هر دستگاه اینترنت اشیاء هویت منحصر به فرد و تایید شده ای دارد و تمام ارتباطات بین دستگاه ها نیز احراز هویت، رمزنگاری شده و قابل ردیابی است.

## بخش دوم: بلاکچین

### أ. تعریف مفهوم بلاکچین

بلاکچین یک تکنولوژی برای ذخیره داده و اطلاعات است و این اطلاعات به صورت زنجیره ای و به هم پیوسته نگهداری می شوند و به دلیل یک سری الگوریتم های رمزنگاری شده و ویژگی غیرقابل متمرکز بودن از امنیت بسیار بالایی برخوردار است. به طور کلی میتوان گفت بلاکچین یک فناوری و سیستم برای ثبت اطلاعات است که بین تمامی اعضای شبکه اطلاعاتش را پخش میکند. غیرمتمرکز بودن این ساز و کار به این صورت است که تمام اطلاعات و داده ها در یک پایگاه داده ذخیره می کند و در اختیار میلیون ها نفر قرار می دهد، و هر زمان که کوچکترین تغییری در آن ایجاد شود تمامی افراد در این زنجیره از آن مطلع می شوند.

بلاکچین از دو واژه block به معنی بلوک و chain به معنی زنجیره تشکیل شده است که به آن زنجیره های بلوکی گفته میشود. بلاکچین ماهیت فیزیکی ندارد و کاملاً دیجیتال به صورت یک سری کد می باشد. بلاکچین از سه بخش اصلی تشکیل شده است که در ادامه به آنها اشاره می کنیم:

۱. Data: داده ها در بلوک بیشتر از هر چیزی اهمیت دارند. داده ها در واقع میتوانند هر چیزی باشند.
۲. Hash: یک رشته از اعداد و حروف که معنا و مفهوم ندارد که به عنوان اثر انگشت بلاک شناخته میشود و عامل شناسایی بلاک می باشد.
۳. Previous Hash: اطلاعات بلوک قبلی در آن ذخیره شده است. هر تغییری در بلوک Hash ایجاد شود، Previous Hash بلوک بعدی نیز تغییر می کند و این عمل باعث می شود تا زنجیره ایجاد شده توسط بلاک ها، کاملاً بهم بخورد و نامعتبر شود.

## ب. ویژگی های بلاکچین

۱. آزاد: به دلیل ماهیت غیرمتمرکز بودن بلاکچین، همه کاربران میتوانند به اطلاعات خود دسترسی آزاد داشته باشند و از آنها استفاده کنند.
۲. امنیت بسیار بالا: با استفاده از تکنیک های رمزنگاری پیشرفته، امنیت اطلاعات به طرز قابل توجهی افزایش پیدا میکند.
۳. حذف واسطه ها: تراکنش ها در بلاکچین بدون نیاز به واسطه ها انجام میشوند، که موجب تسهیل فرایند ها و کاهش زمان میشود.
۴. کاهش هزینه ها: به دلیل حذف واسطه ها و ساده سازی فرایند ها هزینه های مرتبط با آنها کاهش می یابد.
۵. ثبت شفاف تراکنش ها: تراکنش ها در بلاکچین به صورت عمومی ثبت می شوند، به همین دلیل پیگیری آنها به صورت سریع امکان پذیر است.
۶. قابلیت بروزرسانی: بروزرسانی اطلاعات در بلاکچین به همراه تاریخچه تراکنش ها قابل انجام است.
۷. جا به جایی آنی داده ها: جا به جایی اطلاعات در بلاکچین با سرعت بالا انجام می شود که بدین صورت باعث بهبود کارایی و سرعت عمل میشود.

## ت. کاربرد های بلاکچین

همانطور که پیش تر اشاره کردیم با ادغام فناوری بلاکچین در اینترنت اشیا، چالش های امنیتی رفع میشود و یکپارچگی داده ها افزایش می یابد، همچنین باعث می شود تعاملات امن بین دستگاه ها آسان شود. به دلیل غیرمتمرکز و غیرقابل تغییر بودن بلاکچین، چهارچوب قوی برای مدیریت داده های اینترنت اشیا فراهم می شود که بدین صورت از شفافیت و تایید تراکنش ها اطمینان حاصل می شود. در بخش زیر به معرفی کاربرد های اساسی بلاکچین می پردازیم :

### ا. افزایش امنیت:

۱. تمرکز زدایی: بلاکچین با حذف نقاط شکست باعث میشود تا آسیب پذیری در برابر حملات سایبری کاهش یابد. [۶]
۲. یکپارچگی داده ها: دفتر کل غیر متمرکز و تغییر ناپذیر بلاکچین تضمین می کند که داده ها نمی توانند پس از ثبت تغییر کنند، این یک اصل مهم برای حفظ اعتماد در سیستم های اینترنت اشیا می باشد. [۷]
۳. احراز هویت: بلاکچین فرآیند مدیریت هویت قدرتمندی را ایجاد کرده و تضمین می کند که فقط دستگاه های مجاز می توانند در شبکه تعامل داشته باشند. [۸]

### ب. مدیریت کارآمد داده ها<sup>۱</sup>:

۱. ذخیره سازی غیرمتمرکز: با استفاده از این مکانیسم ، بلاکچین خطرات مرتبط با ذخیره سازی ابری سنتی<sup>۲</sup> را کاهش می دهد.
۲. قراردادهای هوشمند: برنامه های کوچکی هستند که به صورت کد در بلاکچین ذخیره شده اند و به صورت کاملاً خودکار فرایند ها و شرایط را انجام می دهد. [۹]
- ت. بهینه سازی عملکرد :
۱. کاهش تاخیر<sup>۳</sup> و مصرف انرژی<sup>۴</sup>: با توجه به مطالعات انجام شده، پیگیری های بهینه بلاکچین می توانند به تاخیر کم و مصرف انرژی دست یابند و باعث افزایش عملکرد کلی سیستم می شوند. [۱۰]

<sup>۱</sup> مدیریت کارآمد داده ها (Efficient Data Management): به مجموعه روش ها و تکنیک هایی اشاره دارد که برای جمع آوری، ذخیره سازی، پردازش، تحلیل و استفاده بهینه از داده به کار می روند.

<sup>۲</sup> ذخیره سازی ابری سنتی (Traditional Cloud Storage): به سرویس های ذخیره سازی داده ها اشاره دارد که توسط ارائه دهندگان خدمات ابری مانند آمازون، گوگل و مایکروسافت ارائه می شوند. در این روش، داده ها بر روی سرورهای ارائه دهنده ذخیره می شوند.

<sup>۳</sup> تاخیر (Latency): مدت زمانی که برای انتقال داده ها از یک نقطه به نقطه دیگر صرف می شود. در سیستم های بلادرنگ مانند سیستم های کنترل صنعتی، تاخیر بسیار مهم است.

<sup>۴</sup> مصرف انرژی (Energy Consumption): میزان انرژی مصرف شده توسط یک سیستم یا دستگاه در طول زمان. مصرف انرژی بالا می تواند هزینه های عملیاتی را افزایش داده و به محیط زیست آسیب برساند.

**بخش سوم : قرارداد های هوشمند**

قرارداد های هوشمند مانند قرار داد های معمولی در دنیای واقعی هستند. تنها تفاوت آنها در دیجیتال بودن آنهاست. در واقع قرارداد های هوشمند یک برنامه کامپیوتری کوچک هستند که در بلاکچین به صورت کد ذخیره می‌شوند. این قرارداد ها به صورت کاملا خودکار عمل می‌کنند و تمام شرایط و بند های مندرج بین طرفین در خطوط کد به صورت کاملا مشخص نوشته می‌شوند.

برای مثال فرض کنید که یک پروژه ای برای سرمایه مورد نیاز خود با یک واسطه همکاری می‌کند، از طرف دیگر سرمایه گذار اگر به آن پروژه علاقه داشته باشد و بخواهد روی آن سرمایه گذاری کند باید به آن واسطه اعتماد کند و سرمایه خود را در اختیار واسطه بگذارد. سوالی که در اینجا مطرح می‌شود این است که نقش واسطه یا شخص ثالث چیست؟ در واقع، نقش اصلی یک واسطه این است که در صورت عدم تکمیل موفقیت‌آمیز پروژه، سرمایه گذار را تضمین کند و در صورت لزوم، سرمایه او را بازگرداند و در غیر این صورت پول را به تیم پروژه پرداخت کند.

با به وجود آمدن قرارداد های هوشمند دیگر نیازی به شخص سوم نیست، فرآیند پس دادن پول و اصالت قرار داد به صورت کاملا خودکار و دیجیتال انجام می‌شود. حال چرا باید به قرارداد های هوشمند اعتماد کرد؟ از آنجایی که تمامی اطلاعات روی بلاکچین ذخیره میشوند و همه چیز توزیع شده می‌باشد، امکان تغییر و هک وجود ندارد. این بدین معنی است که هنگامی که یک قرارداد هوشمند نوشته می‌شود تا ابد تغییر پذیر نیست. نکته بعدی خروجی قرارداد های هوشمند است که توسط همه افراد حاضر در بلاکچین اعتبار سنجی میشود به همین دلیل افراد غیر مجاز به این پول نمی‌توانند دسترسی داشته باشد و یا آنرا کنترل کند.

**أ. مزایای قرارداد های هوشمند**

۱. سرعت، کارایی و دقت: در قرارداد های هوشمند با تحقق یافتن یکی از شرط ها قرارداد در آن مرحله تایید می‌شود و به سراغ بندهای بعدی در راستای اجرای قرارداد می‌رود که این فرایند به صورت کاملا دیجیتال و خودکار انجام می‌شود. به دلیل وجود نداشتن فرآیند های دستی و کاغذی از هرگونه اشتباه احتمالی جلوگیری می‌شود.
۲. اعتماد و شفافیت: قراردادهای هوشمند با حذف واسطه‌ها و ایجاد یک محیط شفاف و قابل اعتماد، امکان هرگونه دستکاری در اطلاعات را از بین می‌برند. به همین دلیل، پرسش درباره امکان تغییر اطلاعات به نفع یکی از طرفین، بی معنا می‌شود.

۳. امنیت: تمامی سوابق تراکنش های بلاکچین رمزگذاری و بایگانی می شوند، از این رو هک کردن این بستر و اطلاعات بسیار کار سختی محسوب می شود.
۴. پس انداز: به دلیل حذف واسطه و نیروهای انسانی، علاوه بر صرفه جویی در زمان هزینه های نیروهای انسانی نیز حذف می شود.

### ب. کاربرد قرارداد های هوشمند در بلاکچین

قراردادهای هوشمند کاربردهای مختلفی در بخش های زیادی دارد و از فناوری بلاکچین برای افزایش کارایی، امنیت و اتوماسیون در فرایندهای قراردادی استفاده می کند. در ادامه به معرفی چند نمونه از کاربردهای این فناوری را می پردازیم:

۱. **خدمات مالی:** با استفاده از قراردادهای هوشمند تراکنش های مالی به صورت خودکار انجام می شوند. از این رو با بهبود مدیریت ریسک در مواردی همچون مسدود کردن حساب در صورت انجام تقلب در کمترین زمان ممکن روبرو خواهیم بود. همچنین قراردادهای هوشمند باعث افزایش شفافیت شده و خطرات تقلب را کاهش می دهد. [۱۱]
۲. **تجارت:** قراردادهای هوشمند در محیط های تجاری فرایندهایی مانند مدیریت زنجیره تامین را ساده می کنند که منجر به به حداقل رساندن تاخیر ها و اختلافات در معاملات می شود. [۱۲]
۳. **اینترنت اشیاء:** استفاده از قراردادهای هوشمند در اینترنت اشیا نحوه تعامل دستگاه ها را تغییر می دهد، همچنین باعث افزایش امنیت، کنترل دسترسی و کارایی عملیاتی میشود. در واقع، قراردادهای هوشمند عملیات غیرمتمرکز در شبکه های اینترنت اشیا را تسهیل می بخشد و شفافیت را تضمین می کند. [۱۳]

## ارتباط بین اینترنت اشیا و بلاکچین و قراردادهای هوشمند

## ا. تلفیق فناوری

ادغام فناوری های بلاکچین و اینترنت اشیا به ویژه از طریق قرارداد های هوشمند به یک فناوری تحول آفرین برای افزایش امنیت، شفافیت و کارایی در حوزه های مختلف تبدیل شده است. این ادغام باعث برطرف شدن چالش های مهم و حیاتی در اینترنت اشیا از جمله چالش یکپارچگی و امنیت داده ها می شود. به این صورت که انجام فرایندهای خودکار توسط قرارداد های هوشمند باعث می شود تا عملیات ساده تر شود. در واقع، دفتر کل غیرمتمرکز و غیرقابل تغییر بلاکچین به طور چشمگیری یکپارچگی و امنیت داده ها را در سیستم های اینترنت اشیا و باعث کاهش خطراتی مانند نقض داده ها و حملات سایبری می شود. [۱۴] با ادغام تکنیک های رمزگذاری پیشرفته و قرارداد های هوشمند، تراکنش ها به طور خودکار انجام می شوند و ارتباطات امن داده ها را بین دستگاه های اینترنت اشیا تضمین می کند. [۱۵]

تلفیق این سه فناوری بدین صورت است که سنسور های اینترنت اشیا اطلاعات را جمع آوری کرده و روی بلاکچین ذخیره می کند سپس قرارداد های هوشمند بر اساس این داده ها به صورت خودکار اجرا می شوند. برای مثال در یک زنجیره تامین، دستگاه های اینترنت اشیا میتوانند اطلاعات مربوط به محصولات را با سنسورهای تعریف شده جمع آوری کرده و به صورت خودکار بر روی بلاکچین ثبت کنند. قرارداد های هوشمند نیز می توانند شرایط پرداخت و تحویل را به صورت کاملاً خودکار اجرا کنند.

## ب. مزایای ترکیب اینترنت اشیا، بلاکچین و قرارداد های هوشمند

ادغام اینترنت اشیا با فناوری بلاکچین و قرارداد های هوشمند، مزایای زیادی بخصوص در افزایش امنیت، شفافیت و کارایی عملیاتی را دارد. در واقع این ادغام یک سیستم غیرمتمرکز را ایجاد می کند که در آن دستگاه ها می توانند به طور مستقل باهم تعامل داشته باشند و اعتماد و شفافیت نیز در معاملات تضمین شده باشد.

## ت. مزایای کلیدی

امنیت و حریم خصوصی پیشرفته

۱. عدم تمرکز: با داشتن دفتر کل توزیع شده بلاکچین دیگر نیازی به یک مرجع مرکزی نیست. به همین دلیل آسیب پذیری ها در برابر حملات کاهش پیدا می کند. [۱۶]
۲. یکپارچگی داده: با رمزگذاری های پیشرفته و ویژگی های مقاوم از دستکاری اطلاعات جلوگیری می شود به همین سبب داده ها در دستگاه های اینترنت اشیا امن و قابل اعتماد باقی می ماند.

۳. کنترل کاربر: افراد می‌توانند مالکیت داده‌های شخصی و حریم خصوصی خود را حفظ کنند، همچنین به صورت انتخابی به دیگران اجازه دسترسی بدهند. در واقع کاربران باید کنترل کاملی بر داده‌های شخصی خود داشته باشند.

### کسب درآمد و مالکیت داده‌ها

۱. حقوق مالکیت: بلاکچین این امکان را به کاربران می‌دهد تا بر داده‌های خود کنترل داشته باشند و از کسب درآمد و اشتراک گذاری امن از طریق قرارداد های هوشمند بهره‌مند شوند.
۲. تراکنش‌های بدون اعتماد<sup>۵</sup>: با استفاده از امضاهای دیجیتال و مدیریت چرخه حیات<sup>۶</sup>، می‌توان تراکنش‌های داده‌ای را بدون نیاز به اعتماد به شخص ثالث انجام داد.
۳. تراکنش‌های خودکار: با وجود قرارداد های هوشمند اجرای تراکنش‌ها بر اساس شرایط از پیش تعریف شده به صورت خودکار انجام می‌شود، به همین دلیل نیاز به واسطه‌ها به حداقل می‌رسد و اجرای فرایند ها تسهیل می‌یابد.

### ث. چالش‌های ادغام این سه فناوری

۱. مقیاس پذیری: همواره مقیاس پذیری چالشی بزرگ برای این فناوری‌ها می‌باشد. افزایش روزافزون دستگاه و افزایش بار و حجم کار منجر به کندی عملکرد سیستم‌ها و افزایش زمان تایید تراکنش‌ها می‌شود، از این رو انتظار می‌رود در آینده نسبت با نوآوری راه‌حل‌های کارآمدی درباره رفع این چالش ارائه شود. [۱۷]
۲. مصرف انرژی: یکی دیگر از چالش‌های مهم مکانیزم‌های اجماع<sup>۷</sup> بلاکچین از قبیل اثبات کار<sup>۸</sup> هستند که به دلیل محدود بودن دستگاه‌های اینترنت اشیا به منابع اتفاق می‌افتد. [۱۸]، [۱۹]
۳. قوانین و مقررات: با گسترش و رشد این فناوری، الزام به تعیین قوانین و قانون‌های جدید در خصوص وضعیت حقوقی و مقررات حفظ حریم خصوصی داده‌ها می‌باشد. [۲۰]

<sup>۵</sup> تراکنش‌های بدون اعتماد (Trustless Transactions) به تراکنش‌هایی اشاره دارد که بدون نیاز به اعتماد به یک شخص ثالث یا واسطه قابل اعتماد انجام می‌شوند.

این بدان معناست که طرفین معامله می‌توانند مستقیماً با یکدیگر تعامل داشته باشند و به یکدیگر اعتماد کنند.

<sup>۶</sup> مدیریت چرخه حیات (Lifecycle Management) به مجموعه فرآیندهایی اشاره دارد که برای مدیریت و کنترل داده‌ها در طول کل چرخه حیات آن‌ها، از ایجاد تا حذف، استفاده می‌شود. این شامل مراحل مختلفی مانند ایجاد، ذخیره‌سازی، پردازش، استفاده، انتقال و حذف داده‌ها است.

<sup>۷</sup> مکانیزم‌های اجماع بلاکچین به روش‌هایی اشاره دارند که در آن‌ها شرکت‌کنندگان در شبکه بلاکچین به توافق درباره وضعیت شبکه و اعتبار تراکنش‌ها می‌رسند.

<sup>۸</sup> اثبات کار: منظور تأیید تراکنش‌ها و امنیت شبکه‌های غیرمتمرکز می‌باشد.

## نمونه های عملی ترکیب فناوری های اینترنت اشیا، بلاکچین و قراردادهای هوشمند

### ا. مدیریت زنجیره تامین

قابلیت ردیابی پیشرفته: تمامی تراکنش های در دفتر کل توزیع شده بلاک چین ثبت می شوند، از این رو شفافیت در زنجیره تامین تضمین می شود. برای مثال شرکت ها میتوانند مسیر و منشاء محصولات خود را ردیابی کنند و اینگونه امکان تقلب کاهش می یابد و مسئولیت پذیری را نیز بهبود می بخشد. [۲۱]

### ب. شهر های هوشمند

پایش محیطی: معماری چند لایه بلاکچین برای پایش دما و رطوبت در شهرهای هوشمند پیاده سازی شده است که از دستگاه های اینترنت اشیا برای جمع آوری و تحلیل داده ها در زمان واقعی استفاده می کند. [۲۲]

### ت. بانکداری و مالی

تراکنش های ایمن: با استفاده از بلاکچین در اینترنت اشیا امنیت در تراکنش های مالی را افزایش می دهند و امکان نظارت و کشف تقلب در زمان واقعی را از طریق قراردادهای هوشمند فراهم می کنند. [۲۳]

### ث. سیستم مدیریت هوشمند اجاره خودرو

یک از نمونه های ملموس و قابل لمس از ترکیب این سه فناوری، مدیریت سیستم اجاره خودرو می باشد که در ادامه به بررسی کامل این موضوع می پردازیم.

### سیستم مدیریت هوشمند اجاره خودرو

ادغام فناوری های بلاکچین و قراردادهای هوشمند در اینترنت اشیا، منجر به تحول چشمگیری در صنعت اجاره خودرو شده است. فرض کنید می خواهید یک خودرو را برای یک هفته اجاره کنید. با استفاده از یک اپلیکیشن در تلفن همراه خود، می توانید به راحتی یک خودرو را انتخاب کرده و رزرو کنید و به صورت خودکار تمامی شرایط و مندرجات قرارداد بدون نیاز به واسطه یا شخص ثالث با اطمینان و شفافیت کامل انجام شود. در ادامه به شرح و بررسی اجزای کلی این سیستم می پردازیم:

#### أ. بخش اینترنت اشیا: جمع آوری داده ها

۱. سنسور ها: بخش مهم و حیاتی این سیستم، سنسورهای نصب شده به خودرو هستند. این سنسور ها اطلاعات مختلفی مانند: موقعیت مکانی، سرعت، وضعیت فنی، میزان سوخت و ... را جمع آوری می کنند.

۲. انتقال داده: سپس داده هایی که توسط سنسور ها جمع آوری شده، به صورت بی سیم به یک پلتفرم ابری ارسال می شوند. در واقع این پلتفرم در نقش یک پایگاه داده مرکزی می باشد که تمام اطلاعات در آن ذخیره می شوند.

#### ب. بلاکچین: ایجاد یک دفتر کل غیر قابل تغییر

۱. دفتر کل توزیع شده: در اینجا بلاکچین به عنوان یک دفتر کل توزیع شده عمل می کند. در واقع تمامی اطلاعات در این دفتر ثبت می شوند اما یک نسخه از این دفتر کل بر روی تمامی دستگاه های متصل به شبکه ذخیره می شود.

۲. ثبت تراکنش ها: همه تراکنش ها (اجاره یک خودرو، پرداخت هزینه، تغییر وضعیت خودرو) به صورت یک بلوک در بلاکچین ثبت می شوند.

۳. امنیت: همانطور که گفتیم با استفاده از الگوریتم های رمزنگاری بلاکچین، هر بلوک به بلوک قبلی متصل می شود که این باعث می شود تغییر داده های یک بلوک بدون تغییر تمام بلوک های قبلی غیرممکن شود. همین دلیل است که بلاکچین را بسیار امن و غیر قابل تغییر می کند.

#### ت. قراردادهای هوشمند: اجرای خودکار قوانین

۱. برنامه های کامپیوتری: همانطور که گفته شد قراردادهای هوشمند یک برنامه کامپیوتری هستند که بر روی بلاکچین ذخیره و اجرا می شوند.

۲. شرایط و قوانین: این قرارداد های حاوی شرایط و مندرجات یک توافق هستند که به صورت کد تعریف شده اند.

۳. اجرای خودکار: هنگامی یکی از شرایط فوق در معامله انجام شود، فرایند اجرا به صورت خودکار به مرحله بعدی می‌رود.

ج. فرآیند کلی اجاره خودرو در سیستم مبتنی بر IoT، بلاکچین و قراردادهای هوشمند

#### ۱. درخواست اجاره

ابتدا کاربر با استفاده از یک اپلیکیشن یا وبسایت، خودرو موردنظر خود را با تمامی مشخصات مربوطه اعم از: مدل خودرو، تاریخ اجاره، محل تحویل و هزینه و ... را انتخاب می‌کند و درخواست اجاره خود را ثبت می‌کند. اطلاعات درخواست به طور کامل و شفاف در سیستم ثبت می‌شود.

#### ۲. ایجاد قراردادهای هوشمند

بر اساس اطلاعات درخواست ثبت شده کاربر، یک قرارداد هوشمند جدید در بلاکچین ایجاد می‌شود که این قرارداد شامل مشخصات خودرو، مدت زمان اجاره، هزینه اجاره، شرایط پرداخت، شرایط بازگرداندن خودرو می‌باشد.

#### ۳. تحویل خودرو

پس از تایید درخواست و ایجاد قرارداد هوشمند مربوطه، خودرو مدنظر برای تحویل آماده می‌شود و سپس محل تحویل خودرو با اطلاعات کامل به کاربر اطلاع داده می‌شود. کاربر می‌تواند با استفاده از اپلیکیشن یا وبسایت مربوطه، قفل خودرو را باز کرده و به آن دسترسی پیدا کند.

#### ۴. استفاده از خودرو

در طول مدت زمان استفاده از خودرو، سنسورهای نصب شده روی خودرو، اطلاعات را جمع‌آوری کرده و این اطلاعات به صورت لحظه‌ای به پلتفرم ابری ارسال می‌شوند.

#### ۵. نظارت و کنترل

قراردادهای هوشمند به صورت مداوم و مستمر تمامی اطلاعات مربوط به وضعیت خودرو را از طریق بلاکچین رصد می‌کند تا در صورت بروز هرگونه مشکلاتی مانند اتمام سوخت، تصادف قرارداد هوشمند اقدامات لازم را انجام دهد. اقداماتی از قبیل هشدار به کاربر، برقراری تماس با خدمات امداد و ...

**۶. بازگرداندن خودرو**

پس از پایان مدت اجاره، کاربر باید خودرو را در محل تعیین شده پارک کند تا قفل آن به صورت خودکار بسته شود. در نهایت قرارداد هوشمند، پایان اجاره را ثبت می‌کند و هزینه نهایی را محاسبه می‌کند و در صورت وجود هرگونه مشکل یا خسارت، هزینه آن را از حساب کاربر کسر می‌کند.

**۷. بسته شدن قرارداد**

پس از اتمام فرایند اجاره، قرارداد هوشمند بسته می‌شود و اطلاعات مربوط به این قرارداد در بلاکچین به صورت دائمی ثبت می‌شود.

**ح. مزایا و چالش های سیستم مدیریت هوشمند اجاره خودرو**

این سیستم در واقع با استفاده از فناوری ها به کاررفته در آن از قبیل: اینترنت اشیا و بلاکچین، فرایند های مدیریت خودرو، تعامل با مشتری و امنیت تراکنش ها را ساده میکند. بخش های زیر به ویژگی ها و مزایای این سیستم اشاره می‌کنیم:

**۱. رابط کاربر پسندانه:**

به دلیل استفاده از پلتفرم های مبتنی بر وب، رابط های گرافیکی و بصری برای کاربران و مشتریان، همچنین مدیران طراحی و فراهم می‌شود که مدیریت آسان را میسر می‌کند. [۲۴]

**۲. نظارت در زمان واقعی:**

به دلیل وجود سیستم های مبتنی بر اینترنت اشیا ردیابی خودرو و مدیریت داده امکان پذیر می‌باشد که به نظارت بر خودرو می‌پردازد. [۲۵]

**۳. تجربه مشتری پیشرفته:**

دسترسی در سریع ترین زمان ممکن و به راحتی به وسیله نقلیه برای مشتریان فرایند اجازه خودرو را بهبود می‌بخشد و تجربه کاربری آسانی را به مشتریان ارائه می‌دهد. [۲۶]

#### ۴. امنیت و شفافیت :

با به کارگیری فناوری بلاک چین چالش اساسی اینترنت اشیا یعنی امنیت رفع شده و با استفاده از قراردادهای هوشمند امنیت و شفافیت و قابلیت اطمینان افزایش می یابد.

#### ۵. عملیات غیرمتمرکز :

با فراهم کردن تراکنش های همتا به همتا، خطرات تقلب کاهش می یابد و باعث اعتماد بین اجاره کنندگان و ارائه دهندگان خودرو می شود.

همچنین علاوه بر مزایا و ویژگی های این سیستم، با چالش های همچون پذیرش فناوری و هزینه های یکپارچه سازی آن روبرو هستیم .

### آینده فناوری های بلاکچین و قرارداد هوشمند در اینترنت اشیا

با توجه به سیر تکاملی بلاکچین انتظار می رود تا در آینده نه چندان دور از این فناوری در تمامی صنایع مختلف برای تغییر استفاده شود. همچنین به دلیل ویژگی های متمایزکننده فناوری بلاکچین اعم از غیرمتمرکز بودن، شفافیت، تغییر ناپذیری و امنیت سطح بالا، این فناوری به ابزاری همه فن حریف برای افزایش کارهایی چون : افزایش کارایی، اعتماد، امنیت در حوزه های مختلف تبدیل شده است. در آینده با پیشرفت فناوری بلاکچین در صنایع مختلفی چون : مدیریت انرژی، خدمات مالی، مراقبت های بهداشتی، مدیریت زنجیره تامین، حاکمیت و هویت دیجیتال روبرو خواهیم بود. با ظهور استانداردها و تکامل فناوری، بلاک چین در آستانه تبدیل شدن به سنگ بنای اقتصاد دیجیتال آینده است، صنایع را تغییر می دهد و نوآوری را تقویت می کند.

ادغام فناوری بلاک چین و استفاده از قراردادهای هوشمند در اینترنت اشیا منجر به تحولاتی چشمگیر در نحوه مدیریت داده ها و فرایندها می شود. این فناوری با افزایش امنیت بیشتر، حفظ حریم خصوصی کاربران و کارایی عملیاتی روبرو خواهد بود. همانطور که پیش تر گفته شد این ادغام با رفع چالش های اساسی مانند: نقض داده، دسترسی غیرمجاز همراه است که یک چارچوب غیرمتمرکز و امن به دلیل ماهیت فناوری بلاک چین برای مدیریت داده و تعامل دستگاه ارائه می دهد.

در واقع ادغام این فناوری به ایجاد یک اکوسیستم امن، کارآمد و هوشمند منجر می شود. همچنین این فناوری ها باعث شکل گیری مدل های کسب و کار نوآورانه و بهبود تجربه کاربری می شود. از این رو انتظار می رود این ادغام در آینده تبدیل به روش

معمول و استاندارد شود. البته با وجود رشد و پیشرفت روز افزون این فناوری ها با چالش های همچون مقیاس پذیری، مصرف انرژی و عدم قطبیت های نظارتی مواجه است، که پاسخ به این چالش های اساسی در آینده از این فناوری انتظار می رود.

حرکت در آینده شامل بهبود مقیاس پذیری و کارایی انرژی بلاکچین، و توسعه پروتکل های استاندارد شده برای یکپارچه سازی اینترنت اشیا می شود. هرچند بلاکچین و قراردادهای هوشمند راه حلی بسیار نو و قابل اطمینان برای رفع چالش های موجود اینترنت اشیا می باشد ولیکن پیاده سازی آنها بدون مانع و به راحتی امکان پذیر نیست. [۲۷]

## نتیجه گیری

در این مقاله به بررسی ادغام فناوری های اینترنت اشیا، بلاکچین و قراردادهای هوشمند پرداختیم. از این رو با تاثیرات مهم و کلیدی بلاکچین و قراردادهای هوشمند در اینترنت اشیا آشنا شدیم، تاثیراتی چون رفع چالش اساسی امنیت در دستگاه های اینترنت اشیا، حفظ حریم خصوصی کاربران، امنیت داده ها و تضمین شفافیت در معاملات و تراکنش ها با استفاده از قراردادهای هوشمند که منجر به خودکار سازی فرایند ها و معاملات و حذف واسطه ها می شود، خطرات تقلب و ریسک های موجود را به حداقل رسانده و امنیت را افزایش می دهد.

ادغام بلاکچین و اینترنت اشیا راه حلی نوآورانه در زمینه های مختلف می باشد که فرصتی نوین برای نوآوری در صنعت های مختلف اعم از : بهداشت ، درمان ، حمل و نقل و مدیریت چرخه تامین ایجاد میکند. البته این ادغام در کنار مزایا و فرصت های ویژه ای که در اختیار ما انسان ها قرار می دهد با چالش هایی چون مقیاس پذیری و مدیریت انرژی روبرو می باشد. پاسخ به تمامی این چالش ها و مشکلات منجر به ایجاد راه حل های کارآمد در این زمینه خواهد شد .

به عنوان کلا آخر، ادغام این فناوری باعث به وجود آمدن یک اکوسیستم کارآمد، امن و هوشمند می شود، و نه تنها باعث بهبود کیفیت زندگی انسانها می شود، بلکه به توسعه و ایجاد مدل های کسب و کار نوآورانه نیز کمک می کند. بنابراین سرمایه گذاری در این باره از اهمیت ویژه ای برخوردار است و فرصت ویژه برای توسعه این فناوری در اختیار محققان قرار می دهد.

## منابع

۱. دوئیفود، س. پ. و بی‌رادار، و. م. (۲۰۲۴). "امنیت سایبری در اینترنت اشیا (IoT): چالش‌ها و راه‌حل‌ها". مجله بین‌المللی پژوهش‌های علمی، ۳(۷)، ۲۱-۱۷. انتشارات سوریا.

<https://typeset.io/papers/cybersecurity-in-the-internet-of-things-iot-challenges-and-m-h4vfbi2ep2>

۲. دینش اس. توندلوار، راشمی آ. پانداره، مایوری دیگالوار، م. (۲۰۲۴). "چالش‌ها و فرصت‌های تحقیقاتی فعلی در اینترنت اشیا (IoT) و بلاک‌چین به عنوان یک راه‌حل بالقوه: یک بازبینی"

<https://typeset.io/papers/internet-of-things-iot-current-research-challenges-and-hsae7f9n59>

۳. پوجا میتال، مونیکا شارما، آمیت نات تولال، م. (۲۰۲۳). "چالش‌ها، چارچوب راه‌حل و پیاده‌سازی اینترنت". ۹(۱)

<https://typeset.io/papers/iot-challenges-solution-framework-and-implementation-j-dqel7la3>

۴. مجله علمی هند در تحقیقات مهندسی و مدیریت، م. (۲۰۲۳). "چالش‌های امنیتی اینترنت اشیا و راه‌حل‌های نوظهور: یک مرور جامع"

<https://typeset.io/papers/iot-security-challenges-and-emerging-solutions-a-cmrjfhngf5>

۵. سونالی پاندورانگ دویفوده، بیشنکانت مادھوکار بیردار، م. (۲۰۲۴). "امنیت سایبری در اینترنت اشیا (IoT): چالش‌ها و راه‌حل‌ها"، مجله بین‌المللی تحقیقات علمی، ۳(۷)

<https://typeset.io/papers/cybersecurity-in-the-internet-of-things-iot-challenges-and-m-h4vfbi2ep2>

۶. تی. ماری موثو، ساومیترا چاتتوپادهی، ه. سُمیا پروین، ریشی پراکاش شوکلا، مانیکا مانوال، ویلاس نایر، م. (۲۰۲۴). "تامین امنیت اینترنت اشیا با پروتکل‌های امنیت شبکه مبتنی بر بلاک‌چین"

<https://typeset.io/papers/securing-the-internet-of-things-with-block-chain-based-2yyig13q25g1>

۷. سیته الماری و احمد الجحیم، م. (۲۰۲۴). "فناوری بلاک‌چین برای امنیت و اعتماد در اینترنت اشیا: یک مرور جامع سیستماتیک"، مجله پایداری، جلد ۱۶، شماره ۲۳، صفحه ۱۰۱۷۷.

<https://typeset.io/papers/blockchain-technology-for-iot-security-and-trust-a-b74je4vf39>

۸. دینش کومار کی، ر. جایاودیول، بالوسامی نچی اپان، ا. موهان راج، ب. پرابو شانکار و ه. نجم شر، م. (۲۰۲۴). "فناوری بلاک چین برای سیستم‌های امن و قابل اعتماد اینترنت اشیا"، تحولات در کسب

<https://typeset.io/papers/blockchain-technology-for-secure-and-trustworthy-iot-systems-tjipi6hqpm56>

۹. زیا الله، غسان حسنین، محمد اسماعیل محمد، منصور قادری، خالد ج. الزهرانی، یزید یاسین غدی، هندخالد الکھتانی، م. (۲۰۲۴)، مکاتبات (IET) موسسه مهندسی و فناوری

<https://typeset.io/papers/blockchain-iot-a-revolutionary-model-for-secure-data-storage-emfyo517zy3>

۱۰. کومار، آشوک ب، ویجاچاندرا، ک. کمار، ناوین گ، کمار، لاکشمانا و ن، م. (۲۰۲۴). "مدل فناوری ارتباطی بلاک چین برای اینترنت اشیا." مجله فناوری‌های نوین، ۲(۴)، ۲۰-۳۵.

<https://typeset.io/papers/blockchain-technology-communication-technology-model-for-the-uvswx3almui1>

۱۱ حذف. کومار. آشوک ب، ویجاچاندرا. ک. کمار، ناوین گ. و کمار، لاکشمانا و ن، م. (۲۰۲۴). "مدل فناوری ارتباطی بلاک چین برای اینترنت اشیا." مجله فناوری‌های نوین، ۲(۴)، ۲۰-۳۵.

<https://typeset.io/papers/application-of-smart-contracts-in-electronic-systems-based-gp27khral8>

۱۲. لی. ژو یوه، م. (۲۰۲۴). "کاربرد قراردادهای هوشمند تحت چارچوب حقوق قراردادها." مجله آموزش و علوم انسانی.

<https://typeset.io/papers/application-of-smart-contracts-under-the-framework-of-25ivxrb2xn>

۱۳. خچی. دیبیکا، شارما. آجا و. پاتل. میانک، م. (۲۰۲۳). "مناسب بودن قراردادهای هوشمند بلاک چین برای حفاظت از اینترنت اشیا." مجله فناوری‌های نوین، ۱، ۱-۵.

<https://typeset.io/papers/blockchain-smart-contracts-suitability-for-safeguarding-the-xatabe0q32>

۱۴. کومار. دینش ک، جاوادویل. ر، نچیاپان. بالوسامی، موهانراج. آ، شانکار. ب. پراهو، نجموشره، م. (۲۰۲۴). "فناوری بلاک چین برای سیستم‌های اینترنت اشیا امن و قابل اعتماد." پیشرفت‌ها در کسب دانش، انتقال و مدیریت، (اسپرینگر نیچر)، ۶۸-۳۹.

<https://typeset.io/papers/blockchain-technology-for-secure-and-trustworthy-iot-systems-tpjpi6hqpm56>

۱۵. دینش. م، کیروباگران. ک، ونگوپال الاپان، م. (۲۰۲۴). "ارتباط داده‌ای امن و شفاف مبتنی بر بلاک چین با کمک اینترنت اشیا بین نهادها." مجله فناوری‌های نوین، ۶۱۹-۶۲۵.

<https://typeset.io/papers/an-internet-of-things-assisted-blockchain-based-secure-and-j1gxd84hjs14>

۱۶. هارینی. ر، میشل ریچرت، م. (۲۰۲۳). "اینترنت اشیا مبتنی بر بلاک چین: ایجاد اعتماد و امنیت در یک دنیای متصل." نشریه بین‌المللی برای علم و فناوری مهندسی، ۱۱(۵)، ۲۶۳۱-۲۶۳۴.

<https://typeset.io/papers/blockchain-enabled-iot-enabling-trust-and-security-in-a-ycbutm14>

۱۷. سنگوپتا. پومی داس، چوهان. آکریتی، کی. ان. ر، م. (۲۰۲۴). "ادغام قراردادهای هوشمند در شبکه‌های اینترنت اشیا مبتنی بر فناوری بلاک چین." مجله فناوری‌های نوین، ۱-۶.

<https://typeset.io/papers/integrating-smart-contracts-in-iot-networks-powered-by-yqh9e9jdi3>

۱۸. سرابریاکوف. رومن، تاکاچنکو. والنینا، کلیمنکو ایریا، م. (۲۰۲۴). "ادغام فناوری بلاک چین در اینترنت اشیا (مروری)." اطلاعات، محاسبات و سیستم‌های هوشمند، شماره ۴، ۹۹-۱۱۳.

<https://typeset.io/papers/integration-of-blockchain-technology-into-the-internet-of-142cn9scr6k1>

۱۹. شارما شوبام، شارما تانوجا، تیوری آکانچا، گوپتا سوربهی، م. (۲۰۲۴). "ساده‌سازی داده‌های مبتنی بر اینترنت اشیا با استفاده از بلاک چین."

<https://typeset.io/papers/streamlining-iot-driven-data-using-blockchain-0v4h1whem2>

۲۰. سزابو جوآن، شامپو برنارد، فیلیپ لیزا، م. (۲۰۲۴). "چالش‌ها و پیامدهای قانونی فناوری بلاک‌چین و قراردادهای هوشمند."

<https://typeset.io/papers/legal-implications-and-challenges-of-blockchain-technology-pmxm-rsluvi>

۲۱. طارق. محمد عثمان، م. (۲۰۲۴). "کاربرد فناوری بلاک‌چین و اینترنت اشیا (IoT) در کسب‌وکار مدرن"، پیشرفت‌ها در بازاریابی، روابط مشتری و خدمات الکترونیکی (IGI Global)، ۶۶-۹۴.

<https://typeset.io/papers/application-of-blockchain-and-internet-of-things-iot-in-3exskiojls>

۲۲. اسپاداویچیا جوزپه، فیوره مارکو، مانگیلو مارینا، دِ ونتو دانیلا، م. (۲۰۲۴). "رویکردی نوین برای انتقال سریع و امن داده‌ها با استفاده از بلاک‌چین و اینترنت اشیا."

<https://typeset.io/papers/a-novel-approach-for-fast-and-secure-data-transmission-using-d65mgy60r2>

۲۳. آروموگام سنتیل کومار، سرانمادیوی ر.، سوسندیران س.، تیایگی آمیط کومار، م. (۲۰۲۴). "راه‌حل‌های مبتنی بر بلاک‌چین و اینترنت اشیا برای سیستم‌های بانکی و مالی هوشمند". پیشرفت‌ها در لجستیک، عملیات و علوم مدیریت (Routledge)، ۲۵۹-۲۹۲.

<https://typeset.io/papers/blockchain-iot-based-solutions-for-smart-banking-and-finance-ovunct61zsb6>

۲۴. اگبیتی جان تمیتوپه، آران ویلیام آ.، م. (۲۰۲۴). "توسعه یک سیستم مدیریت اجاره خودرو مبتنی بر وب". نشریه علم جهان (African Journals OnLine)، جلد ۱۹، شماره ۱.

<https://typeset.io/papers/development-of-a-web-based-car-rental-management-system-66ltwp9tul40>

۲۵. پاتیل سونالی، شیرکه آدسول دی. تی. تی. بی.، م. (۲۰۲۲). "برنامه اجاره خودرو هوشمند با استفاده از بلاک‌چین و اینترنت اشیا". صفحات ۱-۶.

<https://typeset.io/papers/smart-vehicle-rental-application-using-blockchain-and-iot-ipjuvf>

۲۶. بنتاری ویدیا، امام غزالی محمد، سوگیهارتو ویووو هری، م. (۲۰۲۴). "سیستم اطلاعات مدیریت و نظارت (سیمامو) اجاره خودرو مبتنی بر اینترنت اشیا (زیرسیستم مدیریت)". نشریه مدیریت اطلاعات و کسب و کار دیجیتال (بنیاد سواد علمی اندونزی)، جلد ۳، شماره ۱، صفحات ۴۵-۵۷.

<https://typeset.io/papers/sistem-informasi-manajemen-dan-monitoring-simamo-rental-ts۶۴۷۶n۴seq۵>

۲۷. سینگ جابیرد، رانی سومان، کمار پاروین، م. (۲۰۲۴). "بلاک چین و قراردادهای هوشمند: تکامل، چالش ها و جهت گیری های آینده". صفحات ۱-۵.

<https://typeset.io/papers/blockchain-and-smart-contracts-evolution-challenges-and-v۲۰۲۷vzsqfn۳>